

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000058123 A**(43) Date of publication of application: **25 . 02 . 00**

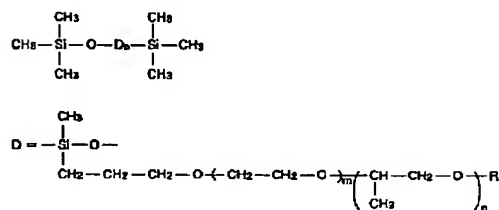
(51) Int. Cl.

**H01M 10/40**  
**// C08L 83/06**
(21) Application number: **10222150**(22) Date of filing: **05 . 08 . 98**(71) Applicant: **SONY CORP**
 (72) Inventor: **HORIE TAKESHI**  
**NODA KAZUHIRO**  
**YAMADA SHINICHIRO**
**(54) NONAQUEOUS ELECTROLYTE AND BATTERY**  
**USING THE SAME**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a nonaqueous electrolyte and a battery using it, having superior chemical stability and thermochemical stability.

SOLUTION: A negative electrode and a positive electrode are arranged facing each other via a separator, and a nonaqueous electrolyte intervenes between them. The nonaqueous electrolyte includes a siloxane derivative represented by the general formula, and at least one kind of a light metal salt. The siloxane derivative is chemically stable and flame-retardant or low in vapor pressure, therefore it has superior thermochemical characteristic. In the formula, a represents an integer of 1 to 50, m represents an integer of 0 to 40, n represents an integer of 0 to 40, and R represents a hydrogen atom or an alkyl. Moreover, when a>1, (a) number of Ds may be the same or different. Also, hydrogen atoms included in D and R may be replaced by halogen atoms.



COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(43)公開日 平成12年2月25日(2000.2.25)

5 H 0 2 9

審査請求 未請求 随求項の数10 OL (全 7 頁)

**最終頁に続く**

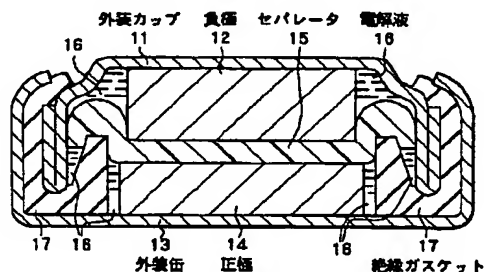
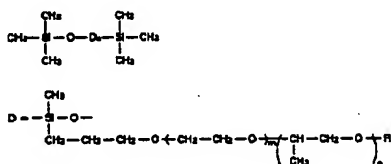
(54) 【発明の名称】 非水電解液およびそれを用いた電池

(57) 【要約】

【課題】 化学的安定性および熱化学的安定性に優れた非水電解液およびそれを用いた電池を提供する。

【解決手段】 セパレータ15を介して負極12と正極14とが対向しており、その間に非水電解液16が存在する。非水電解液16は化7に示したシロキサン誘導体と少なくとも1種の軽金属塩とを含んでいる。シロキサン誘導体は化学的安定性が高く難燃性または低蒸気圧であるために熱化学的にも優れている。

【化7】

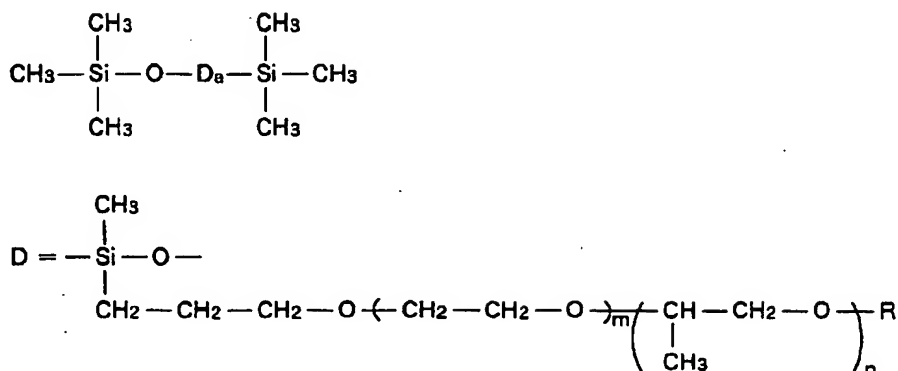


## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下記の化1にて示されるシロキサン誘導体と、

\* 少なくとも1種の軽金属塩とを含むことを特徴とする非水電解液。

【化1】



(式中、aは1から50の整数を表し、mは0から40の整数を表し、nは0から40の整数を表し、Rは水素原子またはアルキル基を表す。なお、a>1のときa個のDは同じでも異なってもよい。また、DおよびRに含まれる水素原子はハロゲン原子で置き換えられてもよい。)

【請求項2】 前記シロキサン誘導体は、温度25℃における動粘性率が5000cSt以下であることを特徴とする請求項1記載の非水電解液。

【請求項3】 前記シロキサン誘導体は、平均分子量が10000以下であることを特徴とする請求項1記載の非水電解液。

※【請求項4】 前記軽金属塩は、リチウム金属塩であることを特徴とする請求項1記載の非水電解液。

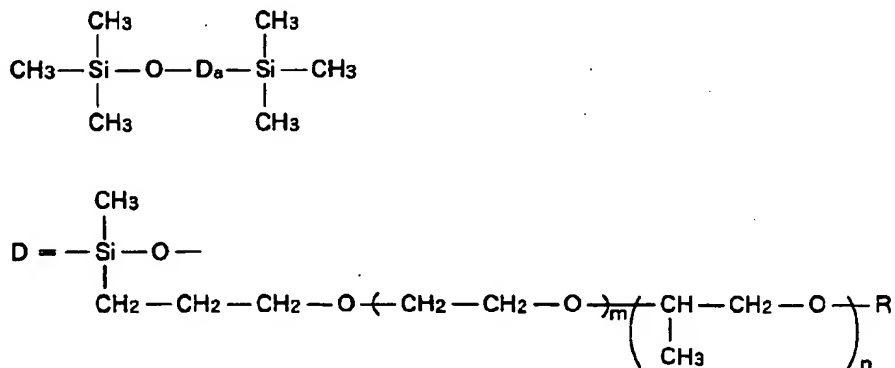
【請求項5】 温度25℃における導電率が0.1mS/cm以上であることを特徴とする請求項1記載の非水電解液。

【請求項6】 正極と、

負極と、

前記正極と前記負極との間に設けられたセパレータと、下記の化2にて示されるシロキサン誘導体および少なくとも1種の軽金属塩を含む非水電解液とを備えたことを特徴とする電池。

【化2】



(式中、aは1から50の整数を表し、mは0から40の整数を表し、nは0から40の整数を表し、Rは水素原子またはアルキル基を表す。なお、a>1のときa個のDは同じでも異なってもよい。また、DおよびRに含まれる水素原子はハロゲン原子で置き換えられてもよい。)

【請求項7】 前記非水電解液は、温度25℃における動粘性率が5000cSt以下のシロキサン誘導体を含むことを特徴とする請求項6記載の電池。

【請求項8】 前記非水電解液は、平均分子量が10000以下のシロキサン誘導体を含むことを特徴とする請求項6記載の電池。

【請求項9】 前記非水電解液は、温度25℃における導電率が0.1mS/cm以上であることを特徴とする請求項6記載の電池。

【請求項10】 前記正極は、リチウムイオンを吸蔵および脱離することができる酸化物もしくは硫化物を含むと共に、前記負極は、リチウム、リチウム合金あるいは

リチウムイオンを吸蔵および脱離することができる炭素材料を含むことを特徴とする請求項6記載の電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電解質である軽金属塩と溶媒とを含む非水電解液およびそれを用いた電池に関する。

【0002】

【従来の技術】近年になり、カメラ一体型ビデオテープレコーダ、携帯電話あるいはラップトップコンピュータなどの携帯用電気製品が急速に普及しつつある。また、環境問題の観点から $\text{NO}_x$ などの排気ガスを空气中に排出しない電気自動車の開発が社会的課題として取り上げられるようになってきた。このような状況の下、ポータブル電源およびクリーンなエネルギー源としての電池、特に、二次電池についての研究開発が活発に進められている。中でも、リチウム(Li)またはリチウムイオン( $\text{Li}^+$ )を用いた二次電池(リチウム二次電池)は、従来の水系電解液二次電池である鉛(Pb)二次電池またはニッケルカドミウム(Ni-Cd)二次電池と比較して高いエネルギー密度が得られるので、大きな期待を集めている。

【0003】このリチウム二次電池の電解液としては、低分子のエチレンカーボネートあるいはプロピレンカーボネートまたは炭酸ジエチルなどの炭酸エステルなどの非水溶媒に、電解質として $\text{LiPF}_6$ などのリチウム系電解質塩を溶解させたものが、比較的導電率も高く、電位的にも安定であることから広く用いられている。

【0004】ところが、このような非水電解液を用いた\*

\*リチウム二次電池は高性能であるものの、可燃性の有機溶媒を電解液として用いているため、安全性において問題が起こる場合がある。例えば、電流の短絡時に急激に大電流が電池内に流れて発熱し、これにより有機溶媒を含む電解液が気化または分解を起こし、これによるガス発生のために、電池の破損、破裂あるいは発火が起こる可能性があった。そこで、従来は、これらを防止するために、電池内の圧力が上昇すると開裂する安全弁または電流遮断装置などを設けることにより安全対策を行っていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来は、安全弁などの構造機構を改良することで安全性を確保していたので、構造が複雑となってしまうと共に、それらの構造の分だけ電池の大きさが大きくなってしまいうという問題があった。そこで、電池材料を根本的に改善することが望まれている。

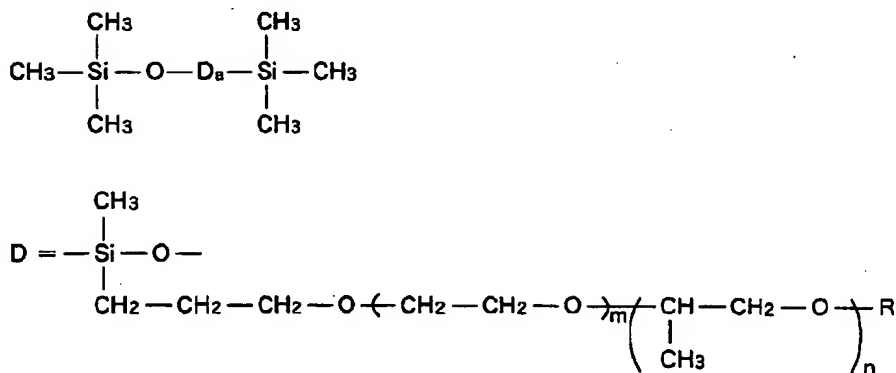
【0006】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、化学的安定性および熱化学的安定性に優れた非水電解液を提供することにある。

【0007】また、本発明の第2の目的は、電解液の気化または分解を抑制することにより、ガスの発生による電池の破損または発火を防止し、かつ電池性能に優れた電池を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による非水電解液は、下記の化3にて示されるシロキサン誘導体と、少なくとも1種の軽金属塩とを含むものである。

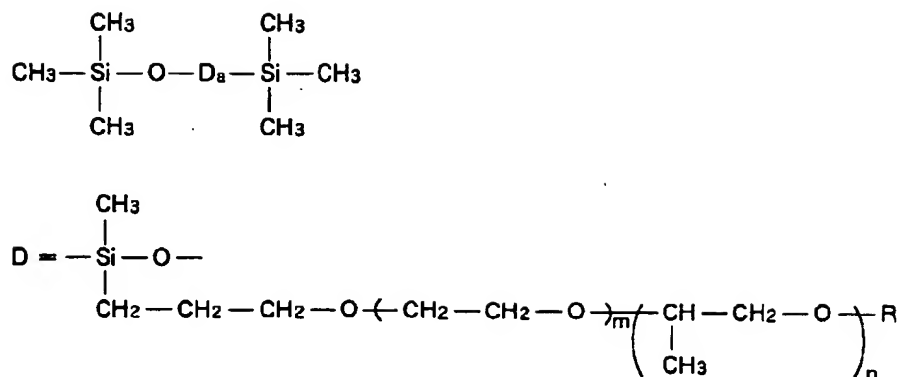
【化3】



(式中、aは1から50の整数を表し、mは0から40の整数を表し、nは0から40の整数を表し、Rは水素原子またはアルキル基を表す。なお、 $a > 1$ のときa個のDは同じでも異なってもよい。また、DおよびRに含まれる水素原子はハロゲン原子で置き換えられてもよい。)

【0009】本発明による電池は、正極と、負極と、正極と負極との間に設けられたセパレータと、下記の化4にて示されるシロキサン誘導体および少なくとも1種の軽金属塩を含む非水電解液とを備えたものである。

【化4】



(式中、aは1から50の整数を表し、mは0から40の整数を表し、nは0から40の整数を表し、Rは水素原子またはアルキル基を表す。なお、 $a > 1$ のときa個のDは同じでも異なってもよい。また、DおよびRに含まれる水素原子はハロゲン原子で置き換えられてもよい。)

【0010】本発明による非水電解液では、化3に示したシロキサン誘導体を含んでいるので、化学的安定性が高く、難燃性または低蒸気圧であるために熱化学的にも優れるという特性を有している。よって、この非水電解液を用いて電池を構成すれば、電流の短絡時においても気化または分解が起こりにくく、電池の破損または発火が防止され、高電圧においても優れた電池性能が示される。

【0011】本発明による電池では、充電により非水電\*

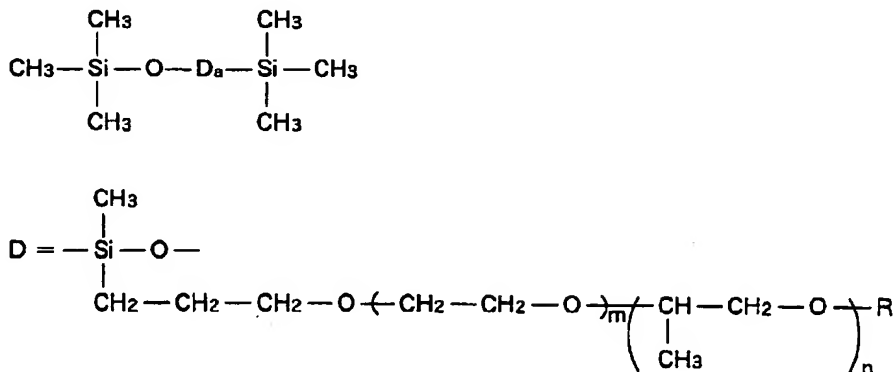
\* 解液中を軽金属イオンがセパレータを介して正極から負極へ移動し、放電により非水電解液中を軽金属イオンがセパレータを介して負極から正極へ移動する。ここでは、非水電解液が化4に示したシロキサン誘導体を含んでいるので、電流の短絡時においても気化または分解が起こりにくく、電池の破損または発火が防止され、高電圧においても優れた電池性能が示される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0013】本発明の一実施の形態に係る非水電解液は、溶媒である化5に示したシロキサン誘導体と、電解質である少なくとも1種の軽金属塩とからなる。

【化5】



(式中、aは1から50の整数を表し、mは0から40の整数を表し、nは0から40の整数を表し、Rは水素原子またはアルキル基を表す。なお、 $a > 1$ のときa個のDは同じでも異なってもよい。また、DおよびRに含まれる水素原子はハロゲン原子で置き換えられてもよい。)

【0014】このシロキサン誘導体は、珪素(Si)と酸素(O)との鎖状結合を基本骨格にもち、珪素に1個の有機基である側鎖が付加された鎖状型の無機高分子で

ある。このシロキサン誘導体は、化学的安定性が高く、難燃性または低蒸気圧であるために熱化学的安定性にも優れるという特性を有している。

【0015】なお、このシロキサン誘導体の温度25℃における動粘性率は5000cSt以下であり、平均分子量は10000以下であることが好ましい。電解液の溶媒として用いるには、粘度が比較的lowく、かつ軽金属塩を溶解し得ることが必要だからである。これらは化5に示した化学式におけるDの側鎖基と化学式におけるa

の数とを適度を選択することにより調整される。その際、この化学式における $a$ は1から20の範囲内の整数であることが好ましい。

【0016】一方、軽金属塩にはリチウム塩あるいはナトリウム(Na)塩などのアルカリ金属塩またはアルミニウム(Al)塩などがあり、この非水電解液を使用する電池の種類に応じて便宜に選択される。例えば、リチウム電池を構成する場合には、 $\text{LiBF}_4$ 、 $\text{LiClO}_4$ 、 $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{Li}$ 、

$(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{NLi}$ 、 $\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $\text{CF}_3\text{CO}_2\text{Li}$ 、 $(\text{CF}_3\text{CO}_2)_2\text{NLi}$ 、 $\text{C}_6\text{F}_5\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{SO}_3\text{Li}$ 、 $(\text{C}_2\text{F}_5\text{SO}_2)_2\text{NLi}$ 、 $(\text{C}_4\text{F}_9\text{SO}_2)(\text{CF}_3\text{SO}_2)\text{NLi}$ 、 $(\text{FSO}_2\text{C}_6\text{F}_4)(\text{CF}_3\text{SO}_2)\text{NLi}$ 、 $(\text{CF}_3)_2\text{CHOSO}_2)_2\text{NLi}$ 、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{CLi}$ 、 $(\text{C}_6\text{F}_3(\text{CF}_3)_2-3,5)_4\text{BLi}$ あるいは $\text{LiCF}_3$ 、 $\text{LiAlCl}_4$ などのリチウム塩が使用される。

【0017】なお、この非水電解液の温度25℃における導電率は0.1mS/cm以上であることが好ましく、軽金属塩の種類あるいはその濃度により調整される。

【0018】また、この非水電解液は、シロキサン誘導体に加えて他の溶媒を含んでもよい。他の溶媒としては、例えば、プロピレンカーボネート、エチレンカーボネート、ジエチルカーボネート、メチルエチルカーボネート、1,2-ジメトキシエタン、1,2-ジエトキシエタン、 $\gamma$ -ブチロラクトン、テトラヒドロフラン、1,3-ジオキサラン、ジプロピルカーボネート、ジエチルエーテル、スルホラン、メチルスルホラン、アセトニトリル、プロピオニトリル、アニソール、酢酸エステルあるいはプロピオン酸エステルなどがあり、これらのいずれか1種または2種以上が混合されて含まれていてもよい。

【0019】このような構成を有する非水電解液は、次のようにして電池に用いられる。ここでは、リチウム二次電池の例を挙げ、図面を参照して、以下に説明する。

【0020】図1は、本実施の形態に係る非水電解液を用いた二次電池の断面構造を表すものである。なお、図1に示したものは、いわゆるコイン型といわれるものである。この二次電池は、外装カップ11内に収容された円板状の負極12と外装缶13内に収容された円板状の正極14とが、セパレータ15を介して積層されたものである。外装カップ11および外装缶13の内部は本実施の形態に係る非水電解液16により満たされており、外装カップ11および外装缶13の周縁部は絶縁ガスケット17を介してかしめられることにより密閉されている。

【0021】負極12は、例えば、リチウムあるいはリチウムイオンまたはLi-Al合金などのリチウム合金

を吸蔵および脱離することが可能な炭素材料を含有している。この炭素材料は、所定の温度および雰囲気にて調製されたものであり、例えば、熱分解炭素類、石油コークスもしくはピッチコークスなどのコークス類、人造黒鉛類、天然黒鉛類、アセチレンブラックなどのカーボンブラック、ガラス状炭素類、有機高分子材料焼成体あるいは炭素繊維などが用いられている。なお、有機高分子材料焼成体というのは、有機高分子材料を不活性ガス雰囲気中または真空中において500℃以上の適当な温度で焼成したものである。

【0022】正極14は、例えば、正極活性物質として、 $\text{TiS}_2$ 、 $\text{MoS}_2$ 、 $\text{NbSe}_2$ あるいは $\text{V}_2\text{O}_5$ などのリチウムを含有しない金属硫化物もしくは酸化物、またはリチウムを含有するリチウム複合酸化物を含有している。特に、エネルギー密度を高くするには、 $\text{Li}_x\text{MO}_2$ を主体とするリチウム複合酸化物を含んでいることが好ましい。なお、Mは1種類以上の遷移金属が好ましく、具体的には、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)およびマンガン(Mn)のうちの少なくとも1種が好ましい。また、 $x$ は、通常、 $0.05 \leq x \leq 1.10$ の範囲内の値である。このようなリチウム複合酸化物の具体例としては、 $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{LiNiO}_2$ 、 $\text{Li}_x\text{Ni}_y\text{Co}_{1-y}\text{O}_2$ （但し、 $x$ および $y$ の値は電池の充放電状態によって異なり、通常、 $0 < x < 1$ 、 $0.7 < y \leq 1$ である。）あるいは $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ などが挙げられる。

【0023】なお、このリチウム複合酸化物は、例えば、リチウムの炭酸塩、硝酸塩、酸化物あるいは水酸化物と、遷移金属の炭酸塩、硝酸塩、酸化物あるいは水酸化物とを所望の組成に応じて粉碎混合し、酸素雰囲気中において600～1000℃の範囲内の温度で焼成することにより調製される。

【0024】セパレータ15は、負極12と正極14とを隔離し、両極の接触による電流の短絡を防止しつつリチウムイオンを通過させるものであり、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレンあるいはポリエチレンなどの合成樹脂製の不織布またはセラミックフィルムまたは多孔質薄膜フィルムなどにより構成されている。

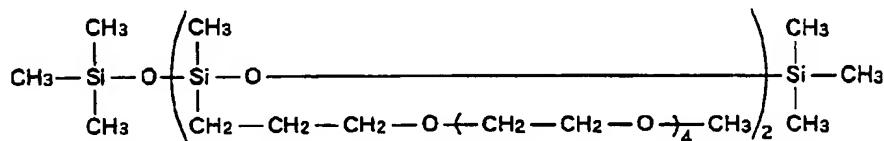
【0025】このような構成を有する二次電池は次のように作用する。

【0026】この二次電池では、充電を行うと、正極14に含まれるリチウムはイオンとなって脱離し、非水電解液16を介してセパレータ15を通過して負極12に含まれる炭素材料に吸蔵される。その後、放電を行うと、負極12に含まれる炭素材料に吸蔵されたリチウムがイオンとなって脱離し、非水電解液16を介してセパレータ15を通過して正極14に戻り吸蔵される。ここで、非水電解液16は、溶媒として化5に示したシロキサン誘導体を含んでいるので、化学的安定性が高く、難

燃性または低蒸気圧であるために熱化学的にも優れている。よって、電流の短絡時においても気化または分解が起こりにくく、電池の破損または発火が防止され、高電圧においても優れた電池性能が示される。

【0027】このように、本実施の形態に係る非水電解液によれば、溶媒として化5に示したシロキサン誘導体を含んでいるので、化学的安定性および熱化学的安定性を高くすることができる。よって、この非水電解液を用いて電池を構成すれば、電流の短絡時に急激に大電流が流れても、非水電解液の気化または分解を抑制することができ、従って、電池の破損または発火を防止でき、安全性を向上させるとことができると共に、高電圧においても優れた電池性能を得ることができる。

【0028】また、シロキサン誘導体の温度25℃における動粘性率を5000cSt以下あるいは平均分子量を10000以下とするようにすれば、高い導電率を引\*



【0031】

※ ※【表1】

	シロキサン誘導体1gに対する (CF <sub>3</sub> SO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> NLiの添加量 (mol)	導電率 (25℃) (mS/cm)
実施例1	0.5	2.93 × 10 <sup>-1</sup>
2	1.0	4.04 × 10 <sup>-1</sup>
3	1.5	3.39 × 10 <sup>-1</sup>
4	3.0	1.03 × 10 <sup>-1</sup>

【0032】これら各実施例の非水電解液について、イオン導電度試験をそれぞれ行った。イオン導電度試験では、各非水電解液を厚さ0.145cmおよび面積0.7854cm<sup>2</sup>のステンレス板で挟んで電圧を印加し、その印加する正弦波交流電圧を記号法(複素表示)で表現したいわゆるコール・コール(Cole-Cole)プロットから導電率を求めた。得られた結果を表1に示す。なお、各実施例の非水電解液における化6に示したシロキサン誘導体の温度25℃での動粘性率は20cStであった。

【0033】これらの結果から、各実施例の非水電解液はいずれも電池に使用することができる導電性を有することが分かった。

【0034】また、更に、実施例2の非水電解液について酸化安定性試験および放電特性試験を行った。酸化安定性試験では、サイクリック・ボルタモグラムを測定して酸化安定性を調べた。測定は3電極製の電気化学セルを使用し、作用極に直径0.5mmのニッケル電極を、対極と参照極にリチウム金属をそれぞれ使用した。その際の安定な電位の範囲は、100μA/cm<sup>2</sup>の酸化電流が発生するまでとした。その結果、酸化安定電位は

\* き出すのに十分な軽金属塩を溶解することができ、かつ軽金属イオンが移動することができる良好な非水電解液を得ることができる。

【0029】

【実施例】更に、本発明の具体的な実施例について詳細に説明する。ここでは、化6に示したシロキサン誘導体にリチウム塩として(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>NLiを添加した4種類の非水電解液を作製した。(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>NLiの添加量は表1に示したように各実施例において変化させ、シロキサン誘導体1gに対してそれぞれ実施例1では0.5mol、実施例2では1.0mol、実施例3では1.5mol、実施例3では3.0molとした。

【0030】

【化6】

4. 8Vと十分に高い値が得られた。この結果から、この非水電解液によれば高電圧においても優れた電池性能を得られることが分かった。

【0035】放電特性試験では、図1に示したようなコイン型のテストセルを作製し、充放電を行った。テストセルの正極にはLiCoO<sub>2</sub>を用い、負極には炭素材料を用いた。充放電は、上限電圧を4.2V、下限電圧を3.0V、放電電流を100μAとして20サイクルまで繰り返した。その結果得られた充放電曲線を図2に示す。図2から、この非水電解液を用いた電池は十分な充放電特性を有することが分かった。よって、この非水電解液を用いれば、優れた電池性能を得られることが分かった。

【0036】すなわち、以上の結果から、各実施例の非水電解液によれば、十分な導電率が得られると共に、十分な充放電特性を得ることができ、更に、高電圧においても安定していることが分かった。よって、この非水電解液を用いれば、優れた電池性能を得ることができる。

【0037】以上、実施の形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施の形態および各実施例に限定されるものではなく、種々変形可能である。



例えば、上記実施の形態および各実施例においては、リチウム二次電池について説明したが、本発明は、ナトリウムあるいはアルミニウムなど他の軽金属を用いた二次電池についても同様に適用することができる。その場合、非水電解液の軽金属塩および正極の正極活物質は、それに応じて適宜に選択される。

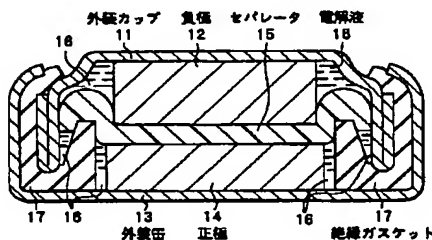
【0038】また、上記実施の形態においては、コイン型の二次電池について説明したが、本発明は、ボタン型、ペーパー型、角型あるいはスパイラル構造を有する筒型など他の形状のものについても同様に適用することができる。

【0039】更に、上記実施の形態においては、二次電池について説明したが、本発明は、一次電池などの他の電池にも適用することができる。

【0040】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし請求項5のいずれか1に記載の非水電解液によれば、化1に示したシロキサン誘導体を含んでいるので、化学的安定性および熱化学的安定性を高くすることができる。よって、この非水電解液を用いて電池を構成すれば、電流の短絡時に急激に大電流が流れても、気化または分解を抑制することができる。従って、電池の破損または発火を防止でき、安全性を向上させることができると共に、高電圧においても優れた電池性能を得ることができるという効果を奏する。

【図1】



【0041】また、請求項2または請求項4に記載の非水電解液によれば、シロキサン誘導体の温度25℃における動粘性率を5000cSt以下あるいは平均分子量を10000以下とするようにしたので、高い導電率を引き出すのに十分な軽金属塩を溶解することができ、かつ軽金属イオンが移動することができる良好な非水電解液を得ることができるという効果を奏する。

【0042】また、請求項6ないし請求項10のいずれか1に記載の電池によれば、化2に示したシロキサン誘導体を含む非水電解液を備えているので、電流の短絡時に急激に大電流が流れても、非水電解液の気化または分解を抑制することができる。よって、電池の破損または発火を防止でき、安全性を向上させることができると共に、高電圧においても優れた電池性能を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

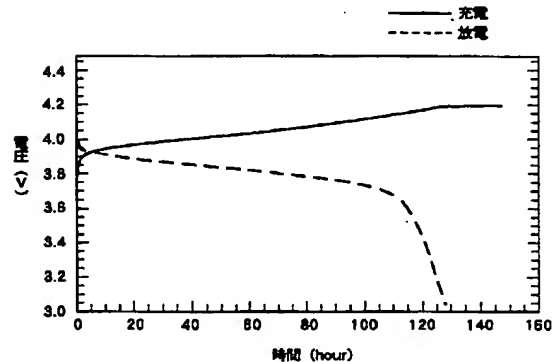
【図1】本発明の一実施の形態に係る非水電解液を用いた二次電池の構成を表す断面図である。

【図2】本発明の実施例2に係る非水電解液の放電特性試験における充放電曲線を示す特性図である。

【符号の説明】

11…外装カップ、12…負極、13…外装缶、14…正極、15…セパレータ、16…電解液、17…絶縁ガスケット

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 心一郎  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 4J002 CP051 DD056 DE196 DG046  
DH006 DK006 GQ00  
5H029 AJ07 AJ12 AK02 AK05 AL06  
AL12 AM01 AM07 AM16 EJ11  
HJ02 HJ10 HJ11 HJ20